

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—207798

⑪ Int. Cl.³
H 04 R 7/26
9/06

識別記号

庁内整理番号
6507—5D
6733—5D

⑬ 公開 昭和59年(1984)11月24日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 17 頁)

⑭ 電気音響変換ユニット

⑮ 特 願 昭59—83025

⑯ 出 願 昭59(1984) 4 月26日

優先権主張 ⑰1983年 4 月26日 ⑱オランダ
(NL)⑲8301460

⑳ 発 明 者 キース・デイエクストラ
オランダ国5621ペーアー・アイ
ンドーフエン・フルーネヴァウ
ツウエツハ 1

㉑ 発 明 者 ベルナード・ペテル・フィデク
オランダ国5621ペーアー・アイ

㉒ 発 明 者 ヤン・ヒューツインガ
オランダ国5621ペーアー・アイ
ンドーフエン・フルーネヴァウ
ツウエツハ 1

㉓ 出 願 人 エヌ・ペー・フィリップス・フ
ルーイランペンファブリケン
オランダ国5621ペーアー・アイ
ンドーフエン・フルーネヴァウ
ツウエツハ 1

㉔ 代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外 1 名

明 細 書

1. 発明の名称 電気音響変換ユニット

2. 特許請求の範囲

1. ダイアフラム付きの電気音響変換器と、該変換器の共振周波数低減手段とを具え、該共振周波数低減手段を変換器の可動部分と変換ユニットの固定部分との間に結合させた負のばね剛性を有する機械的なばねをもつて構成した電気音響変換ユニットにおいて、機械的なばねを 2 個のブレードばねによつて構成し、これらのブレードばねの両端部を互いに結合させ、かつ前記両端部を経る仮想線に沿う方向に前記機械的なばねの両端部に作用する圧縮力の影響下にて前記各ブレードばねが 2 つの反対方向の各一方向に曲がるようにしたことを特徴とする電気音響変換ユニット。

2. ブレードばねの 2 つの対向する主表面の少なくとも一方に間隔手段を設けて、ダイアフラムが大きく偏倚する場合に前記 2 つのブレードばねの部分を互いに離間させるようにし

たことを特徴とする特許請求の範囲 1 記載の電気音響変換ユニット。

3. 前記 2 個のブレードばねの中央部も互いに固着し、これらブレードばねの対向半部の各々が前記圧縮力の影響下にて 2 つの反対方向の各一方に曲がるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲 1 または 2 のいずれかに記載の電気音響変換ユニット。

4. 前記変換器の共振周波数低減手段を、負のばね剛性を有する n 個の機械的なばねで構成し、これらのばねを変換器の中心軸線に対し互いに $\frac{360^\circ}{n}$ の角度で配置し、ここに $n \geq 3$ 、好適には n を 3 以上の値としたことを特徴とする特許請求の範囲 1、2 または 3 のいずれかに記載の電気音響変換ユニット。

5. 前記ブレードばねに振動減衰材料製の層を被着したことを特徴とする特許請求の範囲 1、2、3 または 4 のいずれかに記載の電気音響変換ユニット。

6. 前記減衰材料製の層を間隔手段としても作

用させるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲に記載の電気音響変換ユニット。

1. 少なくともほぼ気密の包囲体内に収納されるダイナミックスピーカ形顔の電気音響変換器を含み、該変換器のダイアフラムの平均位置を補正する制御装置と、ダイアフラムの平均位置を検出する検出手段とを具備し、前記制御装置は、該制御装置が発生する制御信号にตอบสนองして変換器の平均位置を補正し、かつ前記検出手段は、ダイアフラムのゼロ位置に対する該ダイアフラムの平均位置を検出して、前記制御装置に供給する出力信号を供給するようにした特許請求の範囲1～6のいずれかに記載の電気音響変換ユニットにおいて、前記制御装置を、該装置が前記スピーカのボイスコイルに制御信号を供給するように構成したことを特徴とする電気音響変換ユニット。
8. 少なくともほぼ気密の包囲体内に収納される電気音響変換器を含み、該変換器のダイアフラムの平均位置を補正する制御装置と、ダ

(8)

ブレードばねの2半部の各々が前記たわみ方向に一致する方向に同時に曲がるように、前記第2ブレードばねが前記圧縮力の影響下で曲がるようにし、かつ前記2つのブレードばねの対向半部が各々反対方向に曲がるようにしたことを特徴とする機械的なばね。

10. 前記2つのブレードばねの2つの対向主表面の少なくとも一方に間隔手段を設けて、前記機械的なばねが前記たわみ方向に大きくたわむ場合に、前記2つのブレードばねの部分を互いに離間させるようにしたことを特徴とする機械的なばね。

8. 発明の詳細な説明

本発明はダイアフラム付きの電気音響変換器と、該変換器の共振周波数低減手段とを具備し、該共振周波数低減手段を変換器の可動部分と変換ユニットの固定部分との間に結合させた負のばね剛性を有する機械的なばねをもつて構成した電気音響変換ユニットに関するものである。さらに本発明は負のばね剛性を有する機械的なばねにも関するも

ダイアフラムの平均位置を検出する検出手段とを具備し、前記制御手段は該制御装置が発生する制御信号にตอบสนองして変換器の平均位置を補正し、かつ前記検出手段は、ダイアフラムのゼロ位置に対する該ダイアフラムの平均位置を検出して、前記検出手段が前記制御装置に供給する出力信号を供給するようにした特許請求の範囲1～6のいずれかに記載の電気音響変換ユニットにおいて、前記検出手段を、該手段が前記包囲体内の平均空気圧を決定し得るように構成したことを特徴とする電気音響変換ユニット。

9. 1個のブレードばねを具備し、該ブレードばねのたわみ方向に対し垂直の方向に作用する圧縮力の影響下にて該ブレードばねが前記たわみ方向と一致する方向に曲げられ、前記ブレードばねの2半部の各々が同時に曲がるようにした負のばね剛性を有する機械的なばねにおいて、該機械的なばねに第2のブレードばねも設け、2つのブレードばねの端部および中央部を互いに連結し、前記第2

(9)

のである。

冒頭にて述べた種類の電気音響変換ユニットは、例えば米国特許第2,846,520号およびドイツ国特許第1,299,827号明細書に開示されている。上記両特許に記載されている電気変換ユニットはダイナミック変換器(可動コイルスピーカ)を具備しているものである。しかし、本発明はダイナミック変換器だけでなく、例えば圧電変換器を具備して成るような他のタイプの電気変換ユニットにも関するものである。

変換器の共振周波数低減手段を装備していない電気音響変換ユニットでは、それらユニットが具備している変換器が、容積の比較的小さい少なくともほぼ気密の包囲体(スピーカボックス)内に収納されている場合に、その包囲体内の空気容積(これは変換器のダイアフラムに機械的なばねのように作用する)影響下で変換器の共振周波数が高周波の方へとシフトされると云う問題を起生する。このことは、変換器の作動周波数範囲を低減させることになるため不都合である。変換器の共

(5)

(6)

振周波数は、その変換器の作動周波数範囲の下限値を規定する。共振周波数が高周波の方へとシフトされると、変換器の作動周波数範囲の低周波端部が制限され、従つて斯かる変換器では最早特定の低周波情報を再生できなくなる。このようなことを補償するために、前述した両特許明細書には変換器の共振周波数を低下させる特殊な手段が提案されている。これらの提案によれば、負のばね剛性を有する機械的なばねを変換器の可動部分と、変換ユニットの固定部分との間に設けるようにしている。変換器の可動部分とは、例えば変換器のダイヤフラム、または(ダイナミック変換器の場合の)ボイスコイル巻形、または(圧電変換器の場合の)圧電アクチュエータであり、また変換ユニットの固定部分とは、例えば変換器のシャシー、または変換器を変換ユニットの一部である包囲体(スピーカボックス)内に収納する場合における斯かる包囲体の固定点のことである。斯かる負のばね剛性を有する機械的なばねは、ダイヤフラムが受ける有効ばね剛性を低減させ、これにより変

(7)

レードばねによつて構成する場合には、一層安定な構造が得られ、またボイスコイルの心立てもより一層良好となる。この心立ては、ブレードばねを幅広とすることによつて(即ち、ブレードばねの幅と長さの比を大きく選択することによつて)さらに改善することができ、これによりねじり力および横方向変位に対する抵抗性が高くなる。

さらに、例えば前述したドイツ国特許明細書に記載されているような、片側のみ曲がる負のばね剛性を有する機械的なばねを装備している変換器では、斯かる機械的なばねが曲がる方向とは反対の方向にダイヤフラムが過度にたわむ場合に、そのばねが特に質量慣性により反対側にへこむことによりひずみが生ずる。このようなへこみも、ブレードばねの主表面の少なくとも1つに間隔手段を設けて、双方のブレードばねの部分を互いに離間させることにより防止される。

本発明の好適例によれば、2個のブレードばねの中央部も互いに固着し、これらのブレードばねの対向半部の各々を、圧縮力の影響下にて2つの

(9)

換器の共振周波数を低減させる。従来の電気音響変換ユニットは、一般に出力信号がひどくひずむと云う欠点を有している。

本発明の目的は、再生すべき信号におけるひずみを十分に低減させる電気音響変換ユニットを提供することにある。

本発明による電気音響変換ユニットは、機械的なばねを2個のブレードばねによつて構成し、これらのブレードばねの両端部を互いに結合させ、かつ前記両端部を経る仮想線に沿う方向に前記機械的なばねの両端部に作用する圧縮力の影響下にて前記各ブレードばねが2つの反対方向の各一方に曲がるようにしたことを特徴とする。

本発明は、従来の変換器の出力信号における高いひずみが負のばね剛性を有する機械的なばねの不安定性によるものであり、これによりボイスコイルが傾き、従つてこのボイスコイルが磁石系の空隙内で偏心されると云う事実の認識に基いて成したものである。負のばね剛性を有する機械的なばね(以後"負性ばね"とも称する)を2個のブ

(8)

反対方向の各一方に曲げるようにする。このようにすれば、横方向の変位および中心の回転に対する抵抗性が高くなる。斯種の負性ばねを用いる場合には、このばねの中心を変換器の可動部分(ダイヤフラム、ボイスコイル巻形)に連結させ、ばねの2端部を変換ユニットの固定部分に結合させることができる。

斯かる本発明によれば、ブレードばねを曲げた形状に維持し、しかもダイヤフラムおよびボイスコイル巻形の移動方向に対し垂直の方向に作用する圧縮力によりダイヤフラムまたはボイスコイル巻形に荷重がかからないと云う利点がある。負性ばねの2端部をダイヤフラムまたはボイスコイル巻形に固着し、負性ばねの中央部を変換ユニットの固定部分に固着することもできる。しかし、後者の場合には、ブレードばねの中央部を変換器の固定部分に固着するために追加の固定手段を必要とする。この最後に述べたケースでは、スピーカを可動コイルスピーカとする場合に、固定部分を例えば磁石系の中央ポールとする。

(10)

本発明の他の好適例では、変換器の共振周波数低減手段を、負のばね剛性を有する n 個の機械的なばねで構成し、これらのばねを変換器の中心軸線のまわりに互いに $\frac{860^\circ}{n}$ の角度で配置し、こゝに $n \geq 2$ 、好ましくは n を8以上の値とする。 $n \geq 8$ の場合、変換器の共振周波数低減手段は、変換器のダイアフラム（およびダイナミック変換器の場合にはボイスコイル巻形）の如き可動部分を心立てするための心立手段としても作用する。心立手段が音響封止機能を有さない場合には（例えば、空隙内にボイスコイルを心立てする心立リングのような）慣例の心立リングは省くことができる。しかし、 $n=2$ の場合でも、場合によつては、即ち（前述した所から明らかなように）幅広いブレードばねを用いることによつて可動部分を満足に心立てすることができる。ボイスコイル巻形に固着され、かつ電気的に導電材料製の2個のブレードばねを変換器に設ける場合には、これらのばねをボイスコイルに供給すべき電気信号用の接続リード線として用いることができる。

(11)

が留まるようになることを意味する。このたわんだ位置では、（ダイアフラムをそのゼロ位置からさらに押しやろうとする機械的なばねによる力と、ダイアフラム懸垂具による反対方向のばね力が平衡する。

上記2つの力の平衡が達成されない場合には、ダイアフラムがその最大たわみ位置に達するまでこのダイアフラムはそのゼロ位置からさらに動くようになる。以後この最大たわみ位置のことを、変換器が作動していない場合のダイアフラムによつて占められる位置のこととする。

上記不安定平衡状態を補償するために、変換ユニットに制御装置および検出手段を設け、斯かる制御装置が発生する制御信号に応じて変換器のダイアフラム平均位置を補正し、かつ前記検出手段によりダイアフラムのゼロ位置に対するこのダイアフラムの平均位置を検出すると共に斯かる検出手段により制御装置に供給する出力信号を供給せしめるようにすることは、J.A.S.A. Vol. 49, pp. 68 (Part 1), 1971年、第1862～

(12)

ブレードばねにおける機械的な振動の発生、従つて出力信号中に追加のひずみが発生するのを防止するために、ブレードばねには振動減衰材料製の層を被着するのが好適である。この減衰材料層は機械的な振動を減衰させるため、追加のひずみは（実質上）生じなくなる。斯様な減衰材料層は前述した間隔手段としても作用させて、ダイアフラムが大きく偏倚する場合に上記ブレードばねの部分を互いに離間させるのが好適である。

本発明による変換ユニット（即ち、負のばね剛性を有している機械的なばねのばね剛性の絶対値がダイアフラム懸垂部材のばね剛性よりも大きい電気音響変換器を具えている変換ユニット）では、負のばね剛性を有している機械的なばねの使用によつて、（ダイアフラムの偏倚がゼロの場合に）ダイアフラムがそのゼロ位置にて不安定な平衡状態となる。このことは、ダイアフラムがそのゼロ位置から僅かに変位する場合に、機械的なばねの影響下にてダイアフラムが或る特定のたわんだ位置へと動いて、このたわんだ位置にダイアフラム

(13)

1867頁に見られるT.Matzuk 著による

"Improvement of low-frequency response in small loudspeaker systems by means of the stabilizes negative-spring principle"（安定化負性ばね原理による小形スピーカシステムにおける低周波レスポンスの改善）から既知である。このようにすれば、変換器の使用中にダイアフラムのゼロ位置が変化しなくなる。なお、変換器を使用する前にはダイアフラムが先ず上記たわみ位置（最大たわみ位置）からゼロ位置にセットされるようにする。斯種の制御装置に必要な電力は従来の装置における手段よりも遙かに低くて済む。これはダイアフラムの位置を制御するのに極めて簡単な制御系で制御装置を構成し得るからである。さらに、この制御系は極めて低い周波数、即ち変換器の作動周波数範囲よりもずっと低い周波数で作動させることができ、このことからして、斯かる制御系によつては変換器の作動周波数範囲内に殆どひずみが生じなくなる。

従来の制御装置は一对の空気ポンプを具えてお

(14)

り、これによりダイヤフラムの平均位置を包囲体内の空気圧変動により補正し得るようにしたものである。この代りに、変換器を可動コイルスピーカとして構成する場合には、制御信号をボイスコイルに供給するように制御装置を構成することができる。いずれの場合にも構造は比較的簡単であるが、電気制御（ボイスコイルに制御信号を供給する）によるものは、変換ユニットを作動させる場合に、ダイヤフラムをそのたわみ位置からゼロ位置にセットするのに比較的高い電力を必要とするという欠点があり、また空気作用による制御装置では変換器に非有孔ダイヤフラムを使用する必要がある。このことは、特殊なダイヤフラム材料を必要とし、しかも慣例の紙製ダイヤフラム（ペーパーコーン）は斯かる目的に極めて不適当であることを意味する。検出手段は、例えばダイヤフラム上の金属プレートを固定プレートと共働させ、これらのプレート間の容量値を測定するように、容量的に作動させたり、例えばダイヤフラム上の金属プレートを固定コイルと共働させ、このコイ

(15)

である。しかし、斯種のばねには、横方向の変位およびそのばね中心の回転に対する抵抗性がないという欠点がある。横方向の変位と、ばね中心の回転との2つの動作は結合され、これらは前述したようにブレードばねをへこませるため、このばねは反対側の方へと曲がつてしまう。このようなことは、機械的なばねに線形案内手段を設けて、横方向変位を相殺することにより改善することができる。しかし、線形案内手段を用いると、これらが追加の摩擦をまねくと云う欠点がある。さらに、斯様な構成のものはコストが割高となると云う欠点がある。

本発明の他の目的は、横方向の変位および中心部の回転に対する抵抗性が高く、しかも摩擦に製造し得る負のばね剛性を有する機械的なばねを提供することにある。

本発明による機械的なばねは、この機械的なばねに第2のブレードばねも設け、2つのブレードばねの端部および中央部を互いに連結し、前記第2ブレードばねの2半部の各々が前記たわみ方向

(17)

ルのインダクタンス値を測定するように誘導的に作動させたり、例えば光源により放射され、かつダイヤフラム面により反射される光信号の強度を測定することにより光電的に作動させたり、例えば変換器を包囲体内に収納する場合に、この包囲体内の平均空気圧を測定するように空気の作用により作動させることができる。

ブレードばねから成り、このばねがたわむ方向に対して垂直の方向に作用する圧縮力の影響下で、上記ブレードばねの両半部の各々が同時に曲がるように斯かるブレードばねがそのたわみ方向に対応する方向に曲がる負のばね剛性を有する機械的なばねについては、特に英国特許第817,078号の第1図およびJ.F.Dijkmanによる論文“A study of some aspects of the mechanical behaviour of cross-spring pivots and plate spring mechanisms with negative stiffness”（負のばね剛性を有する交差ばねの回転および板ばね機構についての幾つかの機械的な特性見地における研究）の第1、2および1、8図から既知

(16)

に一致する方向に同時に曲がるように、前記第2ブレードばねが前記圧縮力の影響下で曲がるようにし、かつ前記2つのブレードばねの対向半部が各々反対方向に曲がるようにしたことを特徴とする。

機械的なばねの最大たわみに関して外的な制限がない場合には、ブレードばね部分の質量慣性により、ばねが極めて大きくたわむ場合に、ブレードばねの部分依然として反対側にへこんでしまう。このようなことを防止するために、ブレードばねの2つの対向主表面の少なくとも一方の面に前述した間隔手段を設けて、機械的なばねが上記たわみ方向に大きくたわむ場合に、2つのブレードばねを互いに離間させるようにする。

前述したような機械的なばねの2つの各態様は、変換器の共振周波数を低減させるために電気音響変換器に使用するのに特に好適である。しかし、負のばね剛性を有する機械的なばねは他の分野および例えば（過度に）大きな正のばね剛性を補正する必要のある場合にも用いることができる。さ

(18)

らに、ベロー (bellow) を用いる高真空機械に用いることもできる。この場合には、負のばね剛性を有する機械的なばねの使用により、ベローの正のばね剛性が補償される。

図面につき本発明を説明する。

第1a図はコーンスピーカ形態のダイナミック変換器から成る電気音響変換ユニットの平面図であり、第1b図は第1a図のB-B線上での断面図であり、第1c図は第1b図のC-C線上での断面図である。変換器は、コーン形態のダイアフラム (振動板) 1と、空隙8を有する磁石系2と、ボイスコイル巻形4とを具えており、巻形4には磁石系2の空隙8内にてボイスコイル5を巻回する。コーン1の内側リムはボイスコイル巻形4に固着し、この箇所にてダストキャップ6により巻形4を閉成する。変換器はボイスコイル巻形およびダイアフラムの双方、またはいずれか一方を心立とする心立手段も具えている。第1b図にはこの心立手段に属する心立リング7を示してあり、このリング7をコーン1の外側リムと変換ユニッ

(19)

および8と、変換器の可動部分、即ちボイスコイル巻形4およびダイアフラム1との間にそれぞれ連結する。

変換器の共振周波数を低減させる手段を正しく作動させるには、この共振周波数低減手段を負のばね剛性を有するn個の機械的なばねで構成し、これらのばねを変換器の中心軸線12のまわりに互いに $360^\circ/n$ の角度で配置し、ここに $n \geq 2$ 、好ましくはnの値を8以上とする。負のばね剛性を有する8個以上の機械的なばね (負性ばね) を用いるようにすれば、これらのばねが心立手段としても作用すると云う利点がある。しかし、心立作用は $n=2$ の場合でも、(ブレード)ばねの幅/長さの比を十分に大きくすれば達成することもある。

この際、ボイスコイル巻形4を心立するため一般に設けられる心立リング (スパイダ) は省かれる。変換器の共振周波数を低減させる手段9は、4個の機械的なばねで構成し (第1c図)、これらのばねを中心軸線12のまわりに互いに

(21)

トの固定部分8との間に取り付ける。斯かる固定部分8はスピーカのシャシーとすることができ、上記リング7はダイアフラム1に対する懸垂部材として作用すると共にダイアフラム1の外側リムを心立とする心立部材としても作用する。心立リング7は1個以上のコルゲーションを付けて形成した可撓性の弾性リングとする。心立手段にはボイスコイル巻形4を空隙8内に心立とする心立リング (またはスパイダ) を設けることもある。しかし、一般にこのようなボイスコイル巻形用心立リングは常時必要なものでなく、しかもボイスコイル巻形4は別の方法で (即ち、後述するような機械的なばね9によつて) 空隙8内に心立とすることができるため、第1図に示す例では斯様な心立リングを設けていない。第1図に示す変換ユニットは変換器の共振周波数を低減させる手段を具えており、第1図ではこれらの手段を9および10にて示してある。9および10にてそれぞれ示す要素は負のばね剛性を有する機械的なばねとし、これらのばねを変換ユニットの各固定部分11お

(20)

90°の角度で配置して、これらのばねが心立作用を行ない得るようにする。4個の機械的な各ばね9は、第2a図に示すような2個のブレードばね18、19で構成し、これらの端部を経る仮想線の方向にて機械的なばねの両端部に作用する圧縮力Fの影響下で、上記各ブレードばねが2つの互いに反対方向の各一方向に曲がるようにすると共に、上記ブレードばね18、19を変換ユニットの固定部分11とボイスコイル巻形4との間に取り付ける (第1b図) ようにする。共振周波数低減手段9がボイスコイル巻形4を満足に心立でできない場合、例えば斯かる手段9を僅か2つの機械的なばねで構成し、これらのばねの幅bが小さ過ぎるため、ボイスコイル巻形4が傾いて、ボイスコイル (巻形) が空隙8内で偏心してしまうような場合には、従来の心立リング (スパイダ) を付加することができる。

2個のブレードばね18および19の2つの対向主表面の少なくとも一方 (第2a図では双方の面) には間隔手段86を設けて、ダイアフラムが

(22)

大きく偏倚する場合に2つのブレードばねの部分
を互いに離間させるのが好適である。このように
するのは、第2a図の負性ばね9の一端が垂直方
向（例えば、矢印uで示すような上向きの方
向）に過度にたわむ場合に、一方のブレードばね（本
例の場合、ブレードばね19）がへこんで、これ
がブレードばね18と同じように上向きに曲つた
形状とならないようにするためである。もし双方
のブレードばねが同じ向きに曲がると、可動部分
に対するばね固着点にトルクがかかるため、その
可動部分は傾斜してしまう。これにより変換器の
出力信号が歪むことになる。変換器の共振周波数
低減手段10は、中心軸線12に対して120°
の角度で配置される8個の負性ばね（第1a図）
で構成する。これら8個の各機械的なばねは、第
2b図に示すような2個のブレードばね14、
14'で構成し、これら双方のブレードばねの両
端部および双方のブレードばねの中央部分は互い
に結合させる。圧縮力Fの影響下で双方のブレー
ドばねの対向半部はそれぞれ反対方向に曲げられ

(23)

場合に反対側にへこみ易いため、中心部68が傾
斜することがある。第20図ではブレードばねの
普通のたわみ状態を70にて示し、左半部だけが
反対側にへこんだ場合のブレードばねの状態を
71にて示してある。このようにブレードばねが
へこむことは、機械的および音響的に不所望な結
果をまねくことになる。第2b図に示すようにす
れば、このような不所望なことは生じなくなる。
即ち、第2b図に示すようにすれば、負性ばねが
たわむ方向に対し垂直の方向、即ち第2b図で水
平方向に負性ばねの中心部67が横に変位するの
が阻止され、しかも図面の平面に垂直の軸線のま
わりを負性ばねの中心部67が回転（回動）する
のも阻止される。このことは、中心部67が回転
（回動）動作および横方向変位に対して安定に平
衡することを意味する。第20図に示す負性ばね
の中心部68の横方向変位および回動動作は互に
結合されるため、これらは相互依存関係にある。
第2b図に示すばねの場合には、横方向変位が回
動動作を起生しなくし、その逆に回動動作が横方

(25)

る。各負性ばね10の両端部15は変換器の固定
部分8（スピーカのシャシー）に固着し、中央部
16はダイヤフラム1の（補強した）リムに固着
する。斯かるリムの補強は第1b図に示すように、
補強リング17によつて行なう。共振周波数低減
手段10は心立作用もするが、心立リング7は省
くことができない。その理由は、懸垂部材として
も作用する心立リング7は音響封止作用もするか
らである。

ブレードばね14および14'の2つの対向主
面の少なくとも一方（第2b図では双方の面）に
は間隔手段66を設けて、ダイヤフラムが（過度
に）大きく偏倚する場合に2つのブレードばねの
部分を互いに離間させるのが好適である。

前記J.F.Dijkmanによる論文から既知の第2
0図に示すような負性ばねの場合、そのばねの中
心68は図面の平面に垂直な軸線のまわりの回転
動作に対して不安定に平衡となり、しかも横方向
の変位に対しても不安定である。さらに、第20
図のブレードばねは、それが大きく偏倚する (U_m)

(24)

向変位を起生しなくする。さらに、間隔手段66
はブレードばねが反対側にへこむのを阻止する。
これがため、ブレードばねは極限位置から中央位
置へと戻る期間中に第2b図に示す形状に自動的
に回復する。

手段10に1個の負性ばね14を用いる代りに、
手段9と同様に2個の負性ばねを用い、これらの
ばねを互いに一列に配置し、これらのばねの互い
に接近している側の端部を互いにダイヤフラムに
固着せしめるようにすることもできる。上記両負
性ばねの互いに反対側の端部は固定部分8に固着
する必要がある。このように手段10を構成すれ
ば、ばねを曲げるのに必要とされ、しかもダイア
フラムの移動方向に対して垂直に向けられる圧縮
力がダイヤフラムに作用しなくなると云う利点がある。

原則として、手段9と10を置換することがで
きることは明らかである。手段9だけによるか、
または手段10だけでも変換器の共振周波数を低
減させることができることも勿論である。手段

(26)

10の各部分の2つの端部15は、変換器そのもののシャシーに固着する代りに、変換器を収納する包囲体(スピーカボックス)の固定部分に固着することもできる。最後に、手段10の各部分の端部15をダイアフラムに固着し、中央部分16を固定部分に固着するようにすることもできることは勿論である。なお、この場合には第1図に示す例で、中央部分16と固定部分との間に追加の接続手段を配置する必要がある。

ブレードばねに起生し得る機械的な振動(このような振動があると、変換器の出力信号に不所望な音響的な影響(ひずみが及ぶ)を減衰させるために、これらのブレードばねには振動減衰材料層を被着するのが有利である。減衰材料としては、例えばゴムのようなものを2つの各ブレードばねの主面に被着することができ、このような層は第2a図につき述べたような間隔手段66も構成する。

上述した負のばね剛性を有する機械的なばねは、いずれもブレードばねとし、これらのばねの端部

(27)

となる。変換器は閉成スピーカボックス内に入れるので、変換器の共振周波数は増加する。これはつぎのように説明することができる。可動質量 m が0.015kgで、ばね定数 k_g が1000N/mのアイソレーテッド8-インチバススピーカ(ウーハー)の共振周波数は約40Hzであるが、このスピーカを容積が25ℓの包囲体(これに対する $k_b \sim 2000$ N/m)内に納めると、その共振周波数は約70Hzにまで増大する。さらに、包囲体の容積が25ℓよりも小さい場合には、共振周波数がさらに高く、70Hz以上となる。負のばね剛性を有する機械的なばねを加えた場合には、ばね定数 k が次式のように与えられる。

$$k = k_g + k_b + k_n \quad (2)$$

ここに k_n は機械的なばねの(負の)ばね剛性である。従つて、本例では変換器をスピーカボックス内に入れた際に、その変換器の共振周波数を40Hzにまで低減させるためには $k_n \sim -2000$ とする必要がある。

(29)

はクランプするものとする。しかし、これらのばねは、例えばそれらの両端部のいずれか一方、または双方を粘着するような別の方法で用いることもできる。

変換器の共振周波数を低減させる手段の影響につき以下説明する。斯かる変換器の共振周波数は、

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

にて与えられ、ここに m はダイアフラム1と、ボイスコイル巻形4と、ボイスコイル5と、空気負荷と、負のばね剛性を有する機械的なばねの可動部分との質量の総和(単位kg)であり、 k は質量 m が振動する場合にこの質量 m が与えるばね定数(ばね剛性)(N/m)である。

変換器の共振周波数を低減させる手段を装備していない従来の変換器では、ばね定数 k が、心立手段または懸垂部材によるもの(k_g)と、変換器を包囲体(スピーカボックス)に収納する場合におけるダイアフラム後方の空気容積によるもの(k_b)とを包含する。これがため $k = k_g + k_b$

(28)

変換器を物理的に正しく作動させるためには、上式(2)における k の値がゼロ以上となるか、またはゼロに等しくなるように種々のばね剛性の値を選択する必要があることが明らかである。

正のばね剛性を有する機械的なばねおよび負のばね剛性を有する機械的なばねの性質、作動および特性を第3および4図にそれぞれ示してある。第3a図は無負荷状態(第3a図の左側のばね)および負荷即ち伸長状態(第3a図の右側のばね)における正のばね剛性を有している機械的なばね20を示したものである。第3b図はばね20のばね特性図を示す。この図はばね20に及ぶ力 F (単位(N))をこのばねのたわみ量 x (単位(m))の関数としてプロットしたものである。この関係は次式の如く表わされる(理想化される)。

$$F = k \cdot x \quad (3)$$

ここに k はばねのばね定数、即ちばね剛性である。なお、 $k = \tan \beta$ であり、 β は第3b図の曲線21と水平軸線との間の角度である。伸長したば

(30)

ねをその伸長位置にてたわみ量 Δx で保持するためには、そのたわみ量 Δx の方向に相当する方向にてばね部 22 に力 F' をかける必要がある。この力 F' を除くと、ばねはその無負荷状態 ($x=0$) に復帰する。第 8 a 図の系は位置 $x=0$ にて安定な平衡状態にある。負荷を取除いた後には、ばねは常に伸長状態から無負荷即ちゼロ状態 ($x=0$) に復帰する。これは第 4 a 図に示すような負のばね剛性を有する機械的なばね 9 と対照区別されるものである。第 4 a 図は、ボイスコイル巻形の非たわみ状態 ($x=0$) およびたわみ状態 ($x=\Delta x$) における第 1 図の機械的なばね 9 を示したものである。なお、第 4 a 図にはボイスコイル巻形 4 の一部分も図示してある。ばね 9 の非たわみ状態を矢印にて示してある。第 4 b 図はこのばね 9 のばね特性 26 を示す。 $k = \tan \theta$ が負値を呈することは明らかである。ばね 9 をたわみ状態 $x=\Delta x$ に保つためには、ばね 9 の端部 27 に力 F' をかける必要があり、この力はたわみ量 Δx の方向とは反対方向に作用する。このことからして、

(31)

k_n に等しくなる。変換器を封止包囲体 (これは一般に完全に気密ではない。) 内に入れる場合でも、特に低周波に対しては k は $k_f + k_n$ に等しくなる。従つて、 k_f および k_n の値に応じて、新機な条件下にてばね定数 k を正または負の値とすることが出来る。本例でも k の値を正とすれば、ダイアフラムはそのゼロ位置にて再び平衡状態となる。しかし、この場合に k を負の値とすると、ダイアフラムはそのゼロ位置にて不安定な平衡状態となる。第 4 図につき前述したように、このことは、ダイアフラムの少量の偏倚後にこのダイアフラムが最初の偏倚方向にさらに動いて、これがその最大たわみ位置に来るまで動くことを意味する。このことは、 $-k_n > k_f$ の変換器にあてはまることである。

特殊な制御手段を講じないと、変換ユニットの使用中にダイアフラムの平均位置が、そのゼロ位置から徐々に逸脱するようになる。さらに、変換ユニットの使用状態にない場合でも、ダイアフラムはその最大たわみ位置にあるようになる。

(32)

力 F' を除いても、ばねは Δx が増大する方向に動き、いずれは或る特定の最大たわみ状態 $x=x_m$ (第 4 b 図参照) にまで動くようになる。従つて、第 4 a 図の系は位置 $x=0$ では不安定な平衡状態にある。この $x=0$ の位置から僅かに離脱するだけでもばねは最大たわみ量 x_m または $-x_m$ のいずれかの位置をとるようになる。

式 (2) に示すように、種々のばねのばね剛性は、式 (2) の k がゼロよりも大きい、またはゼロに等しくなるように選択する。これがため、負のばね剛性を有する機械的なばねを具えており、しかも理想的な封止包囲体内に変換器を収納させる本発明による変換ユニットは、休止状態 (即ち、ダイアフラムがゼロに相当するたわみを呈する状態) にて安定な平衡状態にあるダイアフラムを有する。ダイアフラムの釈放後、そのダイアフラムの休止、即ちゼロ位置からダイアフラムが少量たわんでも、ダイアフラムはそのゼロ位置に復帰動作するようになる。

包囲体がない場合には、式 (2) の k は $k_f +$

(33)

これがため、 $-k_n > k_f$ の場合には、変換ユニットを使用する前に、制御装置によつてダイアフラムをそのゼロ位置にリセットする必要がある。さらに、この制御装置によつて、変換ユニットの使用中心ダイアフラムの位置を補正する必要もある。

変換器を少なくともほぼ気密の包囲体内に配置する場合には、低周波に対してのみ作動する制御法を用いることができる。包囲体内に変換器を具えている変換ユニットは、高周波に対しては安定に作動する。その理由は、この場合ダイアフラムも包囲体容積のばね剛性に遭遇するからである。低周波に対しては、包囲体容積のばね剛性が包囲体の必然的な漏洩のために無視されるため、変換ユニットは低周波に対して不安定となる。

第 5 図は少なくともほぼ気密の包囲体 40 内に収納させた例えば第 1 図につき述べたような変換器 41 (即ち、負のばね剛性を有する機械的なばねを具えている変換器) を具備している変換ユニットの一例を示したものであり、この変換ユニットは上述したような制御装置 (第 5 図に 42 にて

(34)

示す)も具えており、この制御装置43は、これが発生する制御信号43の影響下で変換器のダイアフラムの位置を補正する。この目的のため、変換ユニットには検出手段47も設けて、ダイアフラムのゼロ位置に対するこのダイアフラムの平均位置を検出する。斯かる検出手段47は容量性のものであることができる。この場合には、一方のプレートを変換器のダイアフラムに固着し、他方のプレートを固定させて、これら2つのプレート間の容量値を求めるようにする。検出手段47は誘導性のものであることもできる。この場合には、ダイアフラムにおける金属板を固定コイルと共動させて、コイルのインダクタンス値を測定することによりダイアフラムの(時間的)平均位置を求めるようにする。上述したような検出手段としては、光-電子式の検出手段を使用し得ることも明らかである。これは例えば固定光源からダイアフラム面に入射させる光ビームにより達成することができる。ダイアフラム面により反射された光は光感応セルによつて検出することができる。この

(85)

41を具えている。なお、この変換器のダイアフラムも少なくともほぼ気密とする(即ち、このダイアフラムは多孔性ではない)必要がある。変換ユニット50は空気ポンプも具えており、制御装置51により斯かる空気ポンプに制御信号58を供給してスピーカ包囲体内の空気圧を変えることによりダイアフラムの位置を補正せしめるようにする。例えば、変換ユニット50を使用する以前に、ダイアフラムが外方に最大にたわんだ位置にある場合には、制御装置51により適切な制御信号58を空気ポンプに供給して、このポンプが包囲体52の内部から少量の空気を除去して、包囲体内部の圧力を低下させるようにする。この包囲体内の減縮圧力は一時的に存在するだけである。その理由は、斯かる減圧により、包囲体内の圧力が再び大気圧に相当するまでダイアフラムをそのゼロ位置の方へと動かすからである。これに反し、ダイアフラムが内方に最大に偏倚した位置に向いている場合には、空気ポンプによつて包囲体内の圧力を上げる必要がある。変換ユニッ

(87)

ような検出手段の出力信号を結線44を介して制御装置42の入力端子45に供給する。入力端子45に供給される信号に応答して、制御装置はその出力端子46に制御信号48を発生し、この制御信号48によつてダイアフラムの(時間的)平均位置をダイアフラムのゼロ位置と一致させることができる。第5図は本発明による変換ユニットを示したものであり、この場合には制御装置42を用いて制御信号48を変換器41のボイスコイルに供給して、ダイアフラムの(時間的)平均位置を補正せしめるようにする。なお、制御装置42の電気的な構成は、当業者には何等特殊な知識を必要としないため、こゝでは詳述しないものとする。

第6図は制御装置51を具えている本発明変換ユニットの他の例を示したものである。この例でも検出手段47により出力信号を結線44を経て制御装置51に供給する。電気音響変換ユニット50は、少なくともほぼ気密の包囲体(スピーカボックス)52内に入れたダイナミック変換器

(88)

の使用後には、包囲体52が決して完全に気密でないから、ダイアフラムはその内方または外方の最大偏倚位置のいずれか一方の位置を占めるようになることは明らかである。空気が漏れることにより、包囲体内の空気圧そのものは、ダイアフラムの瞬時位置(に対応する包囲体の容積)に順応する。しかし、当該ユニットの使用中也ダイアフラムの平均位置は変化し、これは制御装置によつて補正する必要がある。変換ユニットの使用中にダイアフラムの平均位置がゼロ位置からずれ、例えば外側の方向にずれる場合には、包囲体内の空気圧が低下する。このような場合には、空気ポンプにより包囲体から空気を短時間の間に除去して、この包囲体内の圧力をさらに下げる必要がある。このようにすると、ダイアフラムはそのゼロ位置の方へと戻り、包囲体内の空気圧は、それが大気圧に相当するまで増大する。これと同じことが、変換ユニットの使用中にダイアフラムの平均値がゼロ位置から内側方向に変化する場合についても云えることは明らかである。なお、制御装

(88)

置51の電気的な構成も、当業者には何等特殊な知識を必要としないためこゝでは詳述しないものとする。

第7図は第6図に示した変換ユニットをさらに改善したものである。この変換ユニット90は負のばね剛性を有する機械的なばね98を装備したダイナミック変換器92を具えており、上記ばね98はボイスコイル巻形4と変換ユニットの固定点(第7a図に94にて示す部分)との間に連結する。機械的なばね98は、いずれも第2a図に示すような機械的なばねに対応するものとする。変換器92は少なくともほぼ気密にした包囲体(スピーカボックス)95内に入れる。第7a図に示す例では、ダイアフラム1の平均位置を空気作用により補正する。この目的のため、変換ユニット90には検出手段と制御装置に対する併合装置96を設ける。斯かる検出手段はスピーカボックス95内の平均空気圧を検出する。制御装置98はボックス97を具えており、このボックスは空気不透過性の弾性ダイアフラム98によつて

(39)

第7a図で左に向く場合、包囲体95内の空気圧は低減する。毛細管102は包囲体95の内部にて変換器92の振動ダイアフラム1によつて生ずる高周波空気圧変動に対する低域通過フィルタとして作用するため、室101内の空気圧は包囲体内の平均空気圧に相当する。しかし、包囲体95、従つて室101が減圧されるため、ダイアフラム98は第7a図で左側に動く。これによりスイッチS₁が閉じるため、空気ポンプP₁が作動する。これにより包囲体95の内側の空気圧は短時間でさらに減圧される。包囲体95の内側と外側との間の空気圧の差が大きくなると、ダイアフラム1の時間的平均位置は第7a図で再び右方向へと移動する。この場合に、包囲体内の空気圧は大気圧にまで増大する。これに対し、変換器の使用中に、この変換器のダイアフラムの平均位置が第7a図で右方向にシフトする場合には、包囲体95および室101内の圧力が増大するため、ダイアフラム98が右方向へと動いて、スイッチS₂が閉成する。これにより空気ポンプP₂が作動するため、

(41)

2つの室に分ける。一方の室99は管100を経て大気(圧)と連通させる。他方の室101は、毛細管102を経て包囲体95の内部容積と連通させる。ダイアフラム98は2個のスイッチS₁およびS₂と共働する。これらのスイッチS₁およびS₂は2個の空気ポンプP₁およびP₂にそれぞれ(第7b図に示すように)電気的に直列に配置する。スイッチS₁を閉じると、空気ポンプP₁が電源(+)に接続されるため、この空気ポンプP₁が動作して、管100を経て包囲体95から空気を排出する。これに対し、スイッチS₂が閉じると空気ポンプP₂が電源(+)に接続され、大気が管100を経て包囲体95内に空気を注入する。この第7図に示す変換ユニットの作動はつぎの通りである。ダイアフラムの平均位置がそのゼロ位置に相当する際に、2個のスイッチS₁およびS₂は開放する。変換器のダイアフラム1の平均位置が、この変換器の使用中にダイアフラムのゼロ位置からずれると、(通常の場合、大気圧に等しい)包囲体内の平均空気圧が変化する。斯かるずれが

(40)

包囲体95内の空気圧はさらに増大し、従つてダイアフラム1の平均位置は再び左方向へとシフトされるようになり、この場合、包囲体内の空気圧は再び大気圧にまで低減する。

これまで述べた制御系では、変換ユニットが不作動の場合に、ダイアフラムの両極限位置のいずれか一方からゼロ位置へとそのダイアフラムを復帰させることができない。これは、包囲体の内側と外側の空気圧が同じ、即ち通常の大気圧に等しいからである。このような問題を解決するために、2個の止め部材104と105を具えている棒108にダイアフラム98を接続する。止め部材104および105は機械的なばね98と共働させる。第7cおよび7d図は上記止め部材104および105とばね98との関係を拡大して示したものである。上記止め部材104と105との間の距離dは、変換器92の通常の使用中には機械的なばね98が止め部材と接触しないような距離に選定する。変換器が不作動の場合には、ダイアフラム1はその極限位置のいずれか一方の位置

(42)

(例えば第7a図で右側の位置)にある。この際、機械的なばね98は止め部材105と接触し、この止め部材105、従つてダイヤフラム98を右方向へと押しやるため、スイッチS₂が閉成される。こゝで、変換ユニットをスイッチ・オンさせると、空気ポンプP₂は直ちに空気を包囲体95内に注入する。この増圧によりダイヤフラム1は左へと動き、これは機械的なばね98が止め部材105から外れて、ダイヤフラムがゼロ位置の方へと動くまで続行する。

第8図は第7a図に示すような変換ユニットにおける制御装置96の他の例を示す断面図である。第8図に106にて示すこの制御装置も空気不透過性の弾性ダイヤフラム108によつて2つの室109および110にそれぞれ分割されるボックス107を具えている。一方の室109も管100を経て大気圧と連通させる。他方の室110は毛細管102を経て包囲体95の内側の空気容積部と連通させる。ボックス107は室111および112も具えている。一方の室111は管118、

(48)

この変換器のダイヤフラム1の平均位置がこのダイヤフラムのゼロ位置に相当する場合には、室110と109内の空気圧が互いに等しくなる。この場合、ダイヤフラム108はその中央位置にあり、このことからして共振器114はカップばね119および120に接触しなくなる。

ダイヤフラム1の平均位置が、機械的なばね(第7図参照)の影響下で左側に僅かだけシフトされる場合には、包囲体95および室110内の空気圧が低下する。この際、共振器114を有しているダイヤフラム108が左側に動く。この共振器の振動部分115は60 Hzの周波数でカップばね119に接触するため、弁118と、仕切りと、カップばね119と、振動部分115との間に囲まれる空気量が、振動部分115の右から左への1ストロークで室112内に押しやられる。共振器114のつぎの振動半周期の間に振動部分115はカップばね119から離れる。弁118は室112から室110への空気の逆流を防止する。振動部分115のつぎのストロークでは再び或る

(45)

室110および毛細管102を経て包囲体95の内側容積部と連通させる。他方の室112は管100を経て大気と連通させる。共振器114をダイヤフラム108に取り付ける。この共振器の振動部分115は、この共振器のハウジング116に対して例えば60 Hzの周波数で、斯かる共振器114の中心部を通る水平線に相当する方向に絶えず動く。3つの室110および112は、これら空間の仕切りにおける孔117を経て互いに連通する。孔117の室112側はばね荷重弁118により閉成される。第8図に示す弁118の位置は、この弁が持ち上げられて、孔117を開いている状態を示す。孔117の室110側のまわりにはゴムカップばね119を配置する。同様に、室109と111との間の仕切りにおける孔121のまわりにもゴムカップばね120を取付ける。孔121の室111側はばね荷重弁112によつて閉成される。説明の便宜上、第8図には弁122が持ち上げられて、これが孔121を開いている状態を示してある。変換器の使用中に、

(44)

量の空気を室112内に押しやる。従つて、振動部分115はポンプと同じように、弁118およびカップばね119と共働して、或る量の空気を包囲体から排気する。このようにして変換器のダイヤフラム1の平均位置をゼロ位置の方へと制御する。ダイヤフラム1がゼロ位置から右へとシフトされる場合、包囲体95内の増圧力によりダイヤフラム108は右へと動く。この場合には振動部分115がカップばね120および弁122と共働し、ポンプと同じように作用するため、空気が室109から室111、従つて(管118、室110および毛細管102を経て)包囲体の容積部内へと注入される。この結果、ダイヤフラム1はそのゼロ位置の方へ左に(第7図参照)動く。

第8図の制御装置の場合にも、変換ユニットをスイッチ・オンさせる場合にこの制御装置によつてダイヤフラムをその極限位置からゼロ位置に制御し得るようにするために、止め部材104および105を有している棒108を用いる必要がある。しかし、この場合には変換ユニットをスイツ

(46)

チ・オンさせる場合に共振器 114 を作動させるために追加のばね 125 が必要である。このばね 125 は、変換ユニットをスイッチ・オンさせる以前に振動部分 115 がカップばねに作用する力を低減、即ちその力を共振器 114 の振動力よりも小さい値にする。

第 9 図は圧電変換器形態の電気音響変換器を示す。この変換器は圧電アクチュエータ 76 により駆動されるダイアフラム 75 を具えている。この種のアクチュエータは種々の構造に形成することができる。第 9 図に示す例は二層アクチュエータ（バイモルフ）である。2つの層 77 および 78 は逆に成層し、これらの各層には端子 81 および 82 からオーディオ信号を供給する金属層（電極）79 および 80 を設ける。成層方向を逆とすることにより、端子 81 および 82 に供給される直流電圧の影響下で、一方の圧電層は膨脹し、他方の圧電層は収縮する。これによりアクチュエータの端部 88、従つてダイアフラム 75 が上方または下方へと動くようになる。

(47)

ここに k_a は、ばね定数に及ぼすアクチュエータの分担量である。

本発明は上述した例のみに限定されるものでなく、幾多の変更を加え得ること勿論である。例えば本発明は包囲体のない電気音響変換ユニットに用いることもできる。さらに本発明は特許請求の範囲に規定したような本発明の概念に関連しない種々の点で第 1 および 9 図に示した電気音響変換ユニットとは異なる電気音響変換ユニットに用いることもできる。このことは例えば、本発明がドーム状のダイアフラムを具えているダイナミック変換ユニットおよび例えば圧電変換ユニットのような他の変換ユニットにも適用し得ることを意味する。いずれの場合にも、変換ユニットの固定部分（これは変換器の固定部分であるシャシーか、包囲体、即ちスピーカボックスの固定部分のいずれでも良い）と、変換器の可動部分（例えばダイアフラム、ボイスコイル巻形、またはアクチュエータ）との間に結合させる。

さらに本発明は、第 5、6、7 および 8 図につ

(49)

さらにこの第 9 図に示す変換器は負のばね剛性 k_n を有する機械的なばね 84 を具えている。このばね 84 は第 2 a 図に示すように構成するが、この場合には 3 つのブレードばねの一方にのみ間隔手段を設けているだけである。ばね 84 としては、第 2 b 図に示すようなばね 10 を用いることもでき、この場合にはばね中心 67 をアクチュエータの端部位置 88 に取付けることができる。第 9 図に 85 にて示す部分は変換器（ユニット）の固定部分である。ダイアフラム 75 の外周リムは心立ダイアフラムまたは懸垂部材 86 を介して固定部分 85 に接続する。

第 9 図に示す変換器の共振周波数も第 1 図につき述べた式 (1) によつて表わされる。この第 9 図の場合における質量 M はダイアフラム 75 と、アクチュエータ 76 およびばね 84 の質量の一部分との和である。ばね定数（ばね剛性） k はつぎのように表わされる。

$$k = k_a + k_f + k_b + k_n$$

(48)

き述べた例とは、特許請求の範囲に規定したような本発明の概念に関連しない種々の点について相違する包囲体に内蔵した電気音響変換器を具えている変換ユニットにも適用することができる。

間隔手段を有しているか、または有していない第 2 b 図に示すような 2 個のブレードばねから成る弾性素子を電気音響変換器に使用するように述べたが、斯様な弾性素子は他の形態、即ち不所望な正のばね剛性を有する弾性素子を補正する必要のある場合にも使用することができる。

ブレードばねの端部を互いに結合させると共にこれらの端部をクランピング手段により変換器の他の部分に結合させるようにしたが、例えば米国特許第 3,109,901 号の第 6 図に示されるようなナイフエッジ軸受による他の方法を使用することもできる。さらに、第 2 b 図に示す弾性素子の構造は相違させることもできる。例えば、2つのブレードばねをそれぞれ 62、65 および 68、64 の各半部で構成することもできる。この場合には中央位置の箇所にて 2 つのブレードばねを互

(50)

いに成る特定角度で交差させて、互いに結合させる。

4. 図面の簡単な説明

第1a図はコーンスピーカ形の本発明電気音響変換ユニットの第1例を示す平面図；

第1b図は第1a図のB-B線上での断面図；

第1c図は第1b図のO-O線上での断面図；

第2a図は負のばね剛性を有する機械的なばねの一例を示す側面図；

第2b図は第2a図の変形例を示す側面図；

第2c図は1個のブレードばねから成る負性ばねの2つのたわみ状態における様子を示す説明図；

第3a図は正のばね剛性を有する機械的なばねを示す説明図；

第3b図は第3a図に示すばねのばね特性図；

第4a図は負のばね剛性を有する機械的なばねを示す説明図；

第4b図は第4a図に示すばねのばね特性図；

第5図は本発明電気音響変換ユニットの第2例を示すブロック線図；

第6図は同じく本発明電気音響変換ユニットの第3例を示すブロック線図；

第7a図はダイアフラムに対する空気作用による位置制御手段を具えている電気音響変換ユニットを一部断面にて示す線図；

第7b、7cおよび7d図は第7a図の部分的拡大説明図；

第8図は第7図の例に用いる空気作用によるダイアフラム位置制御手段の他の例を示す線図；

第9図は圧電変換器を含む電気音響変換ユニットの例を示す線図である。

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1…ダイアフラム | 2…磁石系 |
| 3…空隙 | 4…ボイスコイル巻形 |
| 5…ボイスコイル | 6…ダストキャップ |
| 7…心立リング | 8…シャシー |
| 9, 10…負性ばね（共振周波数低減手段） | |
| 11…固定部分 | 14, 14'…ブレードばね |
| 17…補強リング | 18, 19…ブレードばね |
| 40…包囲体 | 41…変換器 |
| 42…ダイアフラムの位置制御装置 | |

(51)

(52)

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| 47…検出手段 | 50…変換ユニット |
| 51…制御装置 | 52…包囲体 |
| 66…間隔手段 | 75…ダイアフラム |
| 76…圧電アクチュエータ | |
| 77, 78…バイモルフ | 79, 80…電極 |
| 84…負性ばね | 85…変換器の固定部分 |
| 90…変換ユニット | 92…ダイナミック変換器 |
| 95…スピーカボックス | |
| 96…ダイアフラムの位置制御装置 | |
| 97, 107…ボックス | |
| 98, 108…空気不透過ダイアフラム | |
| 99, 101, 109, 110, 111, 112…室 | |
| 100, 108…管 | 102…毛细管 |
| 108…棒 | 104, 105…止め部材 |
| 106…制御装置 | 108…ダイアフラム |
| 114…共振器 | 115…振動部分 |
| 116…共振器ハウジング | |
| 117, 121…孔 | 118, 122…弁 |
| 119, 120…ゴムカップばね | |
| 125…ばね。 | |

(53)

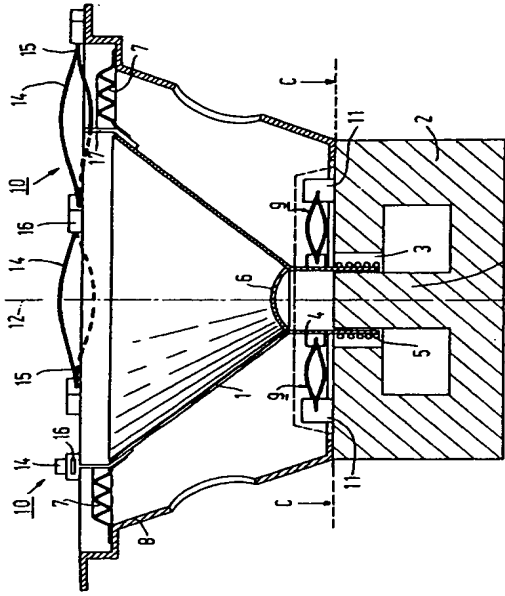


FIG.1b

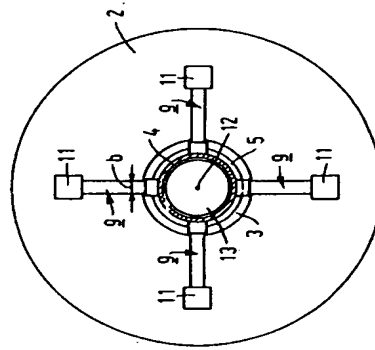


FIG.1c

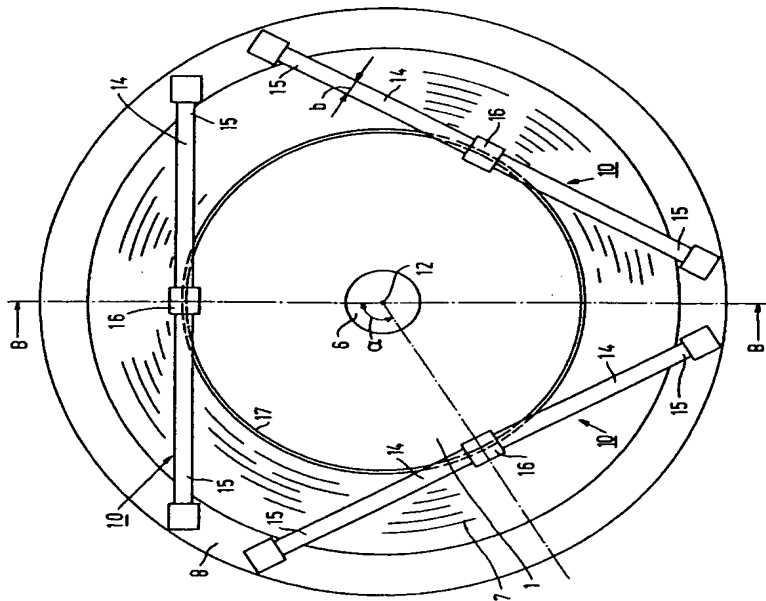


FIG.1a

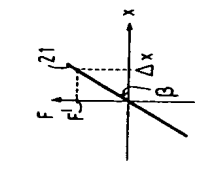


FIG. 3b

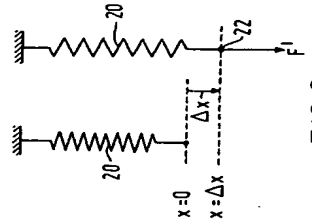


FIG. 3a

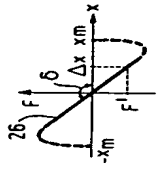


FIG. 4b

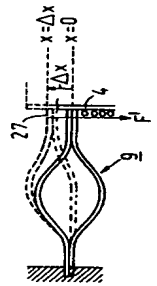


FIG. 4a

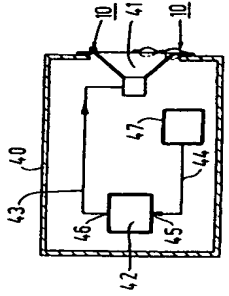


FIG. 5

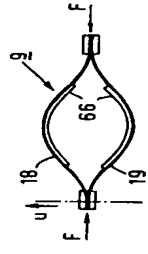


FIG. 2a

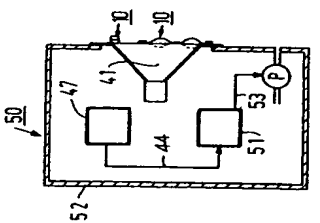


FIG. 6

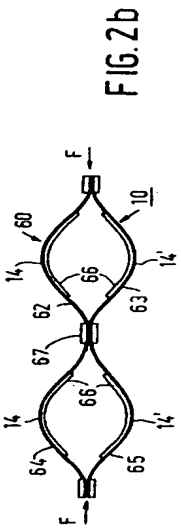


FIG. 2b

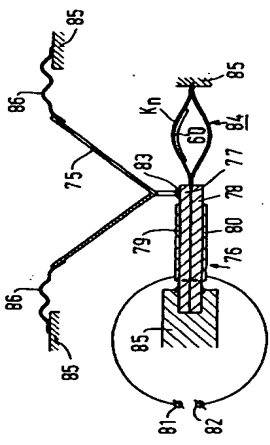


FIG. 9

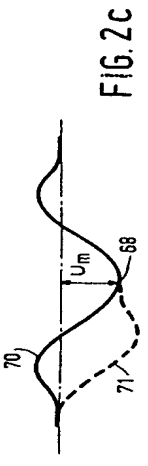


FIG. 2c

